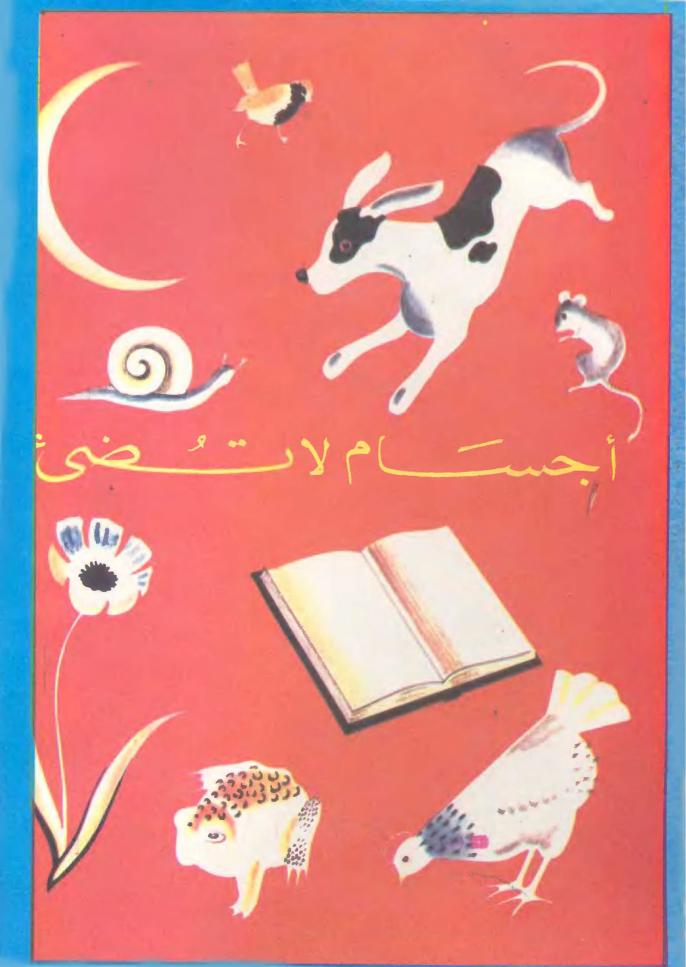
مجرعدُ الكثِ العالمِ ا







مجوعة الكئب العلمية المبشطة

تأليف برستام ورئيس باركر مجامعة شيكاغو

قام بالمراجعة العلمية كليفورد هولي مدرس العلوم الطبيعية مجامعة شيكاغو (سابقاً)

عبدالفناح المنياوى

محكمد عاطف البرقوق

الطبعة السادسة



دارالمعارف

بالاشتراك مع الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

قدم الأستاذ الدكتور أحد زكى مدير جامعة القاهرة لهذه السلسلة القيمة فى أول كتبها «حيوانات نعرفها» الذى ترجه هدية منه فقال:

الأمّة برجالها، وَرجالها من صغارها، لهذا سألت أن يكون لى شرف الشّركة في تثفيف هؤلاء الصّغار، فأجبت إلى سُؤلى، فكان لِمن ترجمة في الكِمّا بأولك في فكان لِمن ترجمة في الكِمّا بأولك في هذه السّلسلة القيمّة متعة قلَّ أن تُعادِلَها متعة قلَّ أن تُعادِلَها متعة مدنك مدير جابعة المتامِعة المتامِعة

هذه الترجمة مرخص بها بتصريح خاص للجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

This is an authorized translation of LIGHT by Bertha Morris Parker. Copyright 1941, 1947 and 1952, by Row, Peterson and Company.

This Arabic language edition is authorized for publication by Western Printing and Lithographing Company,

Racine, Wisconsin, U. S. A.

الضوء

رؤية الأشياء:

تصور أنك تقرأ كتاباً . . وتصور أيضاً أنك أغلقت عينيك فجأة . ألا تزال تستطيع أن ترى الكتاب؟ ستقول : «لا طبعاً» ، ولكن هل تستطيع أن تعلل ذلك ؟سيقول بعضهم «عند ما أغلق عينى ، لا يستطيع نظرى أن يصل إلى الكتاب » . وربما أجاب البعض الآخر إجابات لا تبعد عن الإجابة السابقة . . ولكن أمثال هذه الإجابات غير صحيحة ، ذلك لأن التفسير السليم هو «أنك عند ما تغلق عينيك لا تستطيع أن ترى الكتاب ، لأن الضوء المنبعث من الكتاب لا يستطيع أن ينفذ إلى عينيك » .

إنك لا تستطيع أن ترى جسها ما لم يدخل الضوء الذى ينبعث من هذا الجسم إلى عينيك. إنْ بعض المرثيات تشع ضوءاً من ذات نفسها مثل الشمس والنجوم والمصباح الكهربي. وتسمى الأجسام التي يمكن أن ترى بضوئها الذاتي أجساماً مضيئة أو مثيرة الضوء. ولكن معظم الأشياء التي نراها لا تضيء بذاتها وإنما تعكس الضوء الذى يقع عليها من الشمس أو من غيرها من الأجسام المضيئة. فالقمر مثلا غير مضيء لأنه لا يشع ضوءا ذاتيا ، ولكنك تراه لأن ضوء الشمس يسقط عليه وينعكس بعض هذا الضوء تجاهك. فضوء القمر يعتبر في الحقيقة ضوءاً شمسياً معاداً استخدامه. وأنت حين تنظر إلى صفحة في كتاب ، فإن الصفحة ترسل إلى عينيك جزءاً من الضوء الذى يسقط عليها فترى الصفحة . ولو منع كل الضوء عن الحجرة التي تجلس فيها ، بحيث لم يعد هناك ضوء يعكسه الكتاب ، فإنك لن تستطيع أن تراه مهما فتحت عينيك .

وأنت تعلم تماماً أنك ترى ومضة البرق قبل أن تسمع الرحد الذى يحدثه ذلك البرق . وقد تمضى بضع ثوان بين رؤيتك البرق وسماعك الرعد . والسبب فى هذا أن سرعة الضوء أكبر من سرعة الصوت . فالضوء ينتقل بسرعة فاثقة تبلغ نحو ١٨٦،٠٠٠ ميل فى الثانية . أما سرعة الصوت فإنها أبطأ من ذلك بكثير ، إذ تبلغ حوالى لم ميل فى الثانية .

ويسير الضوء بسرعة كبيرة إلى حد أن الوقت الذى يستغرقه من صفحة الكتاب الذى تقرؤه إلى عينيك قصير للمرجة تبدو أنه لا يستغرق وقتاً على الإطلاق.

إِن الأشعة تصلنا من القمر فى فترة تزيد قليلا على الثانية ، مع أنه يبعد عنا بنحو ٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر .

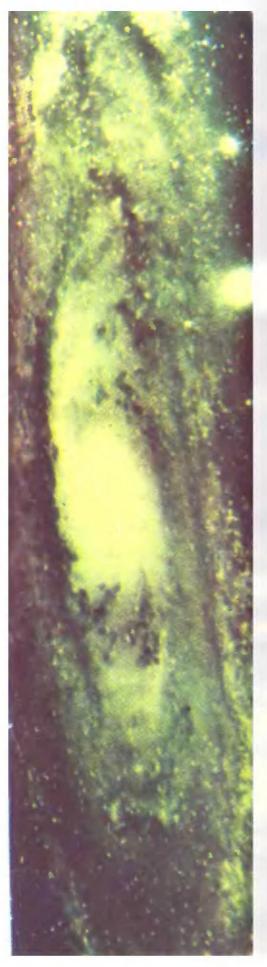
إلى أي مدى تستطيع أن تبصر؟

إن الصورة التى فى هذه الصفحة تمثل مجموعة هائلة من النجوم تسمى السديم. وأنت إذا نظرت إلى السياء فى ليلة صافية، فربما أمكنكأن ترى هذه المجموعة من النجوم التى تبدو كرقعة صغيرة من الضوء المتناثر. وهذه المجموعة من النجوم بعيدة إلى حد أن الضوء يصل منها الينا فى نحو من النجوم سنة . فإذا علمت أن الضوء يقطع فى عام واحد مسافة ١٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر تقريبًا، أدركت أن السديم يبعد عنا ١٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر مكررة ٩٠٠,٠٠٠

وهناك مجموعات من النجوم أبعد من هذا ، ولكنا لا نستطيع أن فراها بأعيننا المجردة ، إذ من المحتمل ألا يستطيع الإنسان أن يبصر إلى أبعد من ١٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر مكررة ،

إن جبال روكى لا تبعد عن نيويورك أكثر من ٣٢٠٠ كيلومتر . ولكن إذا صعدت سطح إحدى العمارات المرتفعة في نيويورك واتجهت ببصرك نحو الغرب – فهل تستطيع أن ترى جبال روكى عندئذ ؟ تكاد تجزم أنك لن

السيديم العطيسم في كوكبة المرأة السلسلة



تستطيع ذلك . ولكن لماذا لا تستطيع ، في حين أنك ترى النجوم التي تبعد عنا ملايين البلايين من الكيلومترات ؟

أنت لا تستطيع أن ترى بعيداً جدا وأنت على سطح الأرض ، ذلك لأن هناك أشياء كثيرة تعوق سير الضوء . فالضوء مثلا يسير فى خطوط مستقيمة ولا يمكنه أن ينحى ليرتفع فوق الجبال أو ليدور حول المبانى والأركان . كذلك تعمل الأمطار والثلوج والغبار والضباب على تشتيت الضوء . وزيادة على ذلك فإن كروية الأرض تعوق رؤية الأشياء التى تبعد بضعة آلاف أو مثات من الأميال فوق سطح الأرض . لكن الضوء الذى يأتى إلينا من النجوم يقطع معظم رحلته الطويلة إلى الأرض خلال الفراغ .

الرؤية خلال الأشياء:

يستطيع الضوء أن يمر فى بعض المواد بدرجة تمكننا من أن نرى بوضوح خلال هذه المواد . وتسمى مثل هذه الأشياء « أجساماً شفافة » . فبعض أنواع الزجاج شفاف ، والمياه الساكنة الصافية شفافة . . . والهواء شفاف . . . ولو لم يكن الهواء شفافاً لبدا العالم عجيباً شاذا .

وهناك أجسام أخرى تسمح «لبعض» الضوء أن يخترقها ، ولكن لدرجة لاتكفى للرؤية الواضحة خلال هذه المواد . ولذا نسميها «نصف شفافة» والزجاج «المسنفر» الذي يستخدم في مصابيح الكهرباء نصف شفاف ؛ «الورق المطلى بالزيت الذي كان يستخدم بدلا من زجاج النوافذ في العهود الغابرة يعتبر نصف شفاف وليس شفاً فا تماماً .

طرود صغيرة ملفوفة في ورق السيلوفان



على أن بعض المواد لا يسمح للضوء بأن يخترقها إطلاقاً ، وهذه هى المواد المعتمة (غير الشفافة) كالخشب والصخر والصلب والورق المقوى «الكرتون». ولكن هذه المواد المعتمة يمكن أن تكون نصف شفافة إذا كانت على شكل صفائح رقيقة جداً .

الظلال:

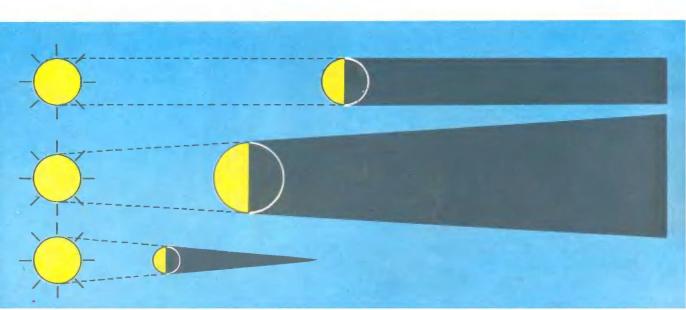
كل ما هو مصنوع من مادة معتمة يلتى ظلا عندما يسقط عليه ضوء فى اتجاه واحد. ولعلك تعرف من خبرتك وتجاربك أن الظل يمكن أن يكون أطول أو أقصر ، أو أعرض أو أضيق من الشيء الذي يلتى الظل ، والأشكال التى فى هذه الصفحة وفى صفحة ٧ تعينك على إدراك بعض الأسباب التى ينتج عنها تغير الظل شكلا وحجماً.

ولقد اعتاد الناس أن يعرفوا الوقت في النهار بوساطة الطلال. واستعملوا لذلك المزولة. فكان طول الظل في بعض المزاول هو الذي يحدد الوقت نهاراً ، بينها كان موضع الظل هو الذي يحدد الوقت في بعض المزاول الأخرى. هذا ، ولا تزال المزولة مستعملة إلى يومنا هذا.

والأرض تلقى ظلا لأن ضوء الشمس يسقط عليها . ويقع القمر أحياناً فى ظل الأرض فيسبّب خسوفه . وفى أحيان أخرى يلتى القمر ظلا على الأرض فتختفى الشمس وتحتجب عن الذين يقعون فى ظل القمر ، فنقول إن هناك كسوفاً للشمس . وظل القمر لا يغطى الأرض كلها أبدًا إذ أن قطر القمر حوالى ٣٢٠٠كيلومتر ، ولكن قطر ظل القمر على الأرض لا يعدو بضعة كيلومترات . أيَّ الأشكال التى فى أسفل هذه الصفحة تعينك على معرفة السبب ؟

والشمس مكونة من نفس المواد التي تتكون مها الأرض ، ولكها لا تلقي ظلا على

طلال لأجسام كروب



الإطلاق ، لشدة حرارتها ولأنها مصدر ينبعث منه الضوء .

ولولا الهواء ، لكانت الظلال على سطح الأرض أشد سواداً مما هي الآن ، ولاختفى الشخص إذا طواه الظل ، إذ لن يسقط عليه ضوء .

أما والحال كما هو عليه الآن ، فإن الهواء بمساعدة الغبار وقطرات الماء الرقيقة العالقة به يعمل على تشتيت الضوء ، وبذلك لا يمتنع كلية عن الأشياء التى تقع فى الظل . ولو أنك وليّت ظهرك للشمس فى يوم صحو ، وألقيت منديلا فى ظلك على الأرض ، لأمكنك رؤية المنديل بوضوح إذ يصله بعض الضوء .

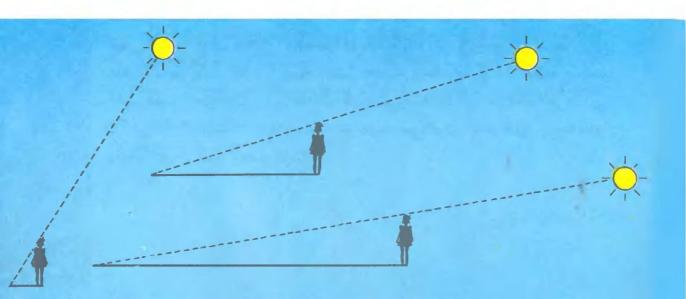
الانعكاس:

هبك مسافراً فى ليلة مقمرة ساطعة الضياء. ثم افرض أنك وقفت فى مفترق الطرق لتقرأ لافتة ترشدك إلى الطريق الصحيح الذى ينبغى أن تسير فيه. ثم تصور أنه فى هذه اللحظة حدثت معجزة منعت كل انعكاس الضوء ، عندئذ سيختفى كل شيء ، ستختفى الطرق ، ويحتجب القمر ، ولا ترى الأسوار على جوانب الطريق . ستظل النجوم تتلألأ ، ولكنها لن تعينك على رؤية شيء مما حولك . وإذا وقفت سيارة فى مفترق الطريق المقابل لك ، فأنت تستطيع أن ترى السيارة نفسها . فأنت تستطيع أن ترى السيارة نفسها . وأنت تستطيع أن ترى السيارة نفسها . وأنت تستطيع أن تتحسس مصباحك اليدوى الكاشف «البطارية» وسوف تجد فوره ساطعاً كالمعتاد . . . فإذا حملته وسرت حتى وصلت إلى اللافتة التي فى مفترق الطرق ،

١

ثم وجهت ضوء « المصباح » إلى هذه اللافتة التي كنت تقرؤها منذ قليل ، فإنك لن تراها

ظبلال مختلفة الطول



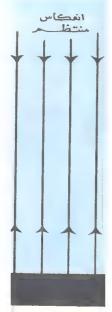


الانعكاس في الماء

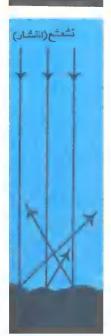
على الإطلاق مهما قرّبت مصباحك الكهربائي منها . . . كأنها اختفت اختفاء تاماً . ثم إنك لن تجرؤ أن تتقدم في طريقك إلى الأمام ما لم يكن هناك « انعكاس » .

قد تعينك هذه القصة الحيالية على إدراك أهمية انعكاس الضوء. ولولا هذا الانعكاس ما أمكننا أن نرى غير الأشياء التي ترسل ضوءها الذاتي .

وتعكس بعض السطوح الضوء أفضل من غيرها . فالطريق المرصوف يعكس الأنوار الأمامية في سيارتك أفضل مما تعكسه الحشائش النامية على جانبي الطريق . وورق هذه الصحيفة البيضاء يعكس الضوء خيراً مما تعكسه الكتابة السوداء المطبوعة فوقها . والإناء الفضى اللامع كذلك يعكس الضوء خيراً مما يعكسه إناء آخر في حاجة إلى تلميع . وعلى هذا الأساس أيضاً تعكس الضوء منضدة مطلية لامعة أفضل مما تعكسه منضدة أخرى مصنوعة من خشب لم يتم دهانه . وربما سبق لك أن رأيت علامات الطريق التي تعكس أنوار السيارات الأمامية عند ما تسقط عليها . فهي تعكس هذه الأنوار بدرجة تظهر معها كأنما هي نفسها أجسام مضيئة .







إن بعض السطوح يعكس الضوء بطريقة تظهر صوراً واضحة للأجسام. فهى تؤدى عمل المرايا . ومعظم المرايا مصنوعة من زجاج شفاف مغطى بمادة تحتوى على الفضة . ولكن هناك مواد أخرى تؤدى العمل نفسه .

أ لم تحاول رؤية المناظر من خلال نافذة القطار بالليل؟ إن الرؤية متعذَّرة بالليل خلال زجاج نافذة السيارة أو القطار ، ولكنها سهلة ميسورة بالنهار .

وذلك لأنه فى النهار يسقط بعض الضوء المنعكس عنك وعن الأشياء المحيطة بك على زجاج النافذة ثم يعكس مرتداً إلى بصرك. ولكنه يضيع فى غمرة الضوء الذى ينفذ خلال النافذة من الأشياء خارج السيارة ، ومن ثم فأنت لا ترى صورتك على زجاج النافذة ، ولكنك ترى المنظر الخارجي .

وأما فى الليل ، فإن قليلاجداً من الضوء يتخلل نأفذة القطار حين يشق طريقه وسط الحقول فى الظلام ، ومن ثم ترى صورتك منعكسة على زجاج النافذة . لقد أصبح هذا الزجاج مرآة من نوع جيد .

ويعكس ورق هذه الصفحة الأبيض الضوء جيداً ، ولكنك لا تستطيع أن ترى نفسك فيه ، فإنه رغم نعومته ليس أملس بدرجة تجعل منه مرآة .

حقاً إنه يعكس قدراً كبيراً من الضوء ، غير أنه يبعثر الضوء الذي يعكسه في التجاهات شتى . ويقول العلماء إن هذا الضوء المنعكس (يتشتت أويشعشع) .

وأما فى السطوح التى تؤدى عمل المرآة ، فإن الضوء ينعكس بانتظام بدل أن ينتشر ويتشتت . وسوف تعينك الرسوم التوضيحية المبينة فى الجزء الايسر من صفحة ٩ على إدراك الفرق بين التشتت والانعكاس المنتظم . وحين ترى صورتك فى مرآة يحدث أن الضوء الذى يشعه وجهك ويسقط على المرآة ، يرتد عنها بحيث يصل بعضه إلى عينيك . ويبدو الجسم دائماً فى اتجاه الأشعة الواصلة منه إلى عينيك فتبدو وكأنك خلف المرآة على بعد مساولبعدك عنها من الأمام . زد على ذلك أنك لا ترى نفسك فى صورة نفسك فى المرآة كما ترى صديقاً لك تقابله فى الطريق ، وإنما ترى نفسك فى صورة معكوسة ، فتبدو عينك اليمنى وكأنها عينك اليسرى ، ويدك اليمنى تبدو وكأنها يدك





انعكاس في مرآة مستوية

العكاس في هرااة مخنية (مقوسة)

اليسرى وهكذا. ولو أنك حاولت أن تقرأ شيئاً مكتوباً بعد وضعه أمام المرآة، لأدركت أن الانعكاس هو السبب الذى من أجله تبدو الكتابة معكوسة. والفتى الذى ترى صورته إلى يسار هذه الصفحة لا يستطيع أن يرى نفسه فى المرآة التى ينظر إليها، ولكنه يرى عوضاً عن دلك انعكاس صورة الفتاة. وسوف يساعدك الرسم التوضيحى فى صفحة ١١ على إدراك السبب فى ذلك.

إن الضوء الذي يسقط على المرآة يشبه إلى حد كبير كرة تلقى على سطح أملس. فأنت إذا رميت كرة من المطاطعلى أرض ملساء ، فإنها سترتد مباشرة إلى يدك . . . وأما إذا رميتها بميل إلى الأرض فإنها لن ترتد إليك وإنما سترتد بعيداً عنك في الاتجاه المضاد . وإذا كنت قد تعلمت قياس الزوايا ، فلا شك أنك تفهم ما يعنيه العلماء بقولم «إن زاوية سقوط الضوء على سطح ما تساوى زاوية انعكاسه» . قد عرفت إذن لماذا يرى الولد الفتاة بدلا من أن يرى نفسه في المرآة . ذلك أن الضوء الذي يصل إلى المرآة من الفتاة لا يرتد إليها ، وإنما ينعكس إلى المرآة من الراد ينعكس في ينعكس إلى المرآة من الراد ينعكس في الاتجاه المضاد صوب الفتاة . والانعكاس في المرايا قد يكون أمراً محيداً إن كان ماك عدد كبير منها . وربما حاولت أن تتحسس طريقك في تواهة من المرايا وصدمتك الحدران المرة كبير منها . وربما حاولت أن تتحسس طريقك في تواهة من المرايا وصدمتك الجدران المرة

بعد المرة. كما أن عدداً كبيرا من الحيل الحدّاعة المدهشة التي يقوم بها السحرة تتم عن طريق استخدام المرايا. فالمرايا الكروية تعكس الأشعة التي تصل إليها بطريقة تجعل صور الأشياء المنعكسة يختلف عن الأشياء نفسها فى الشكل والحجم. فبعض المرايا الكروية (المقوسة) تكبير الأشياء وبعضها الآخر يجعلها تبدوأصغر من حقيقتها بكثير. وفى بعض المرايا تظهر الأجسام أطول وأدق من حقيقتها كما ترى فى الصورة اليمى فى صفحة ١٠. وفى أنواع أخرى من المرايا تبدو الأشياء أقصر وأعرض. وفى بعض المرايا الكروية تبدو الأجسام مقلوبة رأساً على عقب. وإذا أنت نظرت إلى الصورة التي انعكست منك فى بطن ملعقة فضية لامعة ثم فى ظاهرها ، رأيت كيف تختلف الانعكاسات تماماً فى المرايا المحدية عنها فى المرايا المستوية أى المرايا غير المحدية أو المنحنية.

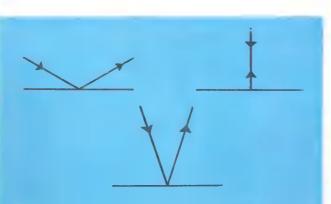
انكسار الضوء

ترى فتى هندياً فى صفحة ١١ وهو واقف يصوب حربته إلى سمكة فى الماء. ولو أن هذا الهندى الواقف على ضفة النهر صوب الحربة إلى المكان الذى تظهرله فيه السمكة ، فليس من المرجح أن يصيبها، ولذا ينبغى أن يصوِّب حربته إلى بعد أعمى في الماء. ولكى تدرك السبب فى ذلك يجب أن تعلم شيئاً عن انكسار الضوء.

وانكسار الضوء معناه انحراف أشعة الضوء عند ما تمر منحرفة من مادة شفافة إلى أخرى . وهذا الهندى يرى السمكة لأن الضوء المنعكس منها يدخل عينيه . ولكى يصل الضوء إلى عينيه ، لا بد له من أن يمر في مادتين شفافتين وهما الماء والهواء . فإذا كانت عين الهندى فوق السمكة مباشرة، فإن السمكة تبدو حيث هي في مكانها ، لأن الضوء الذي يخرج منها سيصل إلى عينيه بلا انحراف ولا انكسار ، ولكنه عند ما يقف

1 1

إنعكاس الأشعة









على ضفة النهر ، فإن أشعة الضوء التى تنبعث من السمكة تسير فى طريق ماثل إلى عينيه . وعند ما تمر هذه الأشعة من الماء خلال الهواء ، فإنها سوف تنحرف إلى أسفل كما يبين ذلك الرسم التوضيحى فى الجانب الأيمن من صفحة ١١ . تذكر دائماً أن الجسم يبدو فى اتجاه الأشعة الواصلة إلى عين الرائى والمنبعثة أصلاً من الجسم . وإذا تذكرت هذا فسوف تدرك لماذا تبدو السمكة فى مكان أعلى من موضعها الأصلى . وقليل من الناس هم الذين سبق لهم أن حاولوا صيد السمك بالحراب ، ولكنا جميعاً لدينا خبرات متعلقة بالانكسار . انظر إلى أحد الرسمين في ص ١٢، ثم لاحظ كيف تبدو الملعقة فى الكوب وكأنها مكسورة عند سطح الماء . . . لاحظ أيضاً أن جزء الملعقة المغه ور فى الماء يبدو أكبر حجماً من ذلك الجزء الواقع فوق سطحه .

وإن الكسر الذى تراه عند سطح الماء وتضخم جزء الملعقة المغمور فى الماء سببهما انكسار الضوء. وعلى كل من يستخدم نظارة طبية أن يذكر فضل انكسار الضوء. والمنظار عبارة عن عدستين. وهاتان العدستان قطعتان مقوستان من الزجاج. وبسبب هذا التقوس فى سطوح العدسات، تنحرف أشعة الضوء التى تمر فيها بطريقة تسهل للناس أن يروا الأشياء بوضوح أتم. ونظارة القراءة التى ترى صورتها فى الجزء الأيمن من صفحة ١٣ عبارة عن عدسة. ولو أنك قطعت هذه العدسة إلى جزءين، لوجدت أن كل نصف منهما

يتخذ هذا الشكل في موضع القطع ، ومثل هذه العلسة تجعل أشعة الضوء تنحرف فيها تجاه الأجزاء الأكثر سمكاً ، إذا استخدمتها فإنها تكبر لك المرثيات .

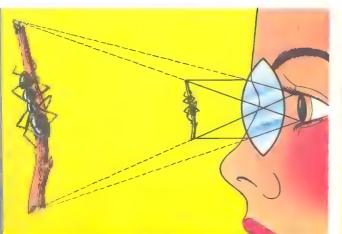
والرسم الذى تراه على اليسار فى هذه الصفحة يوضح السر فى هذا التكبير ، وعلى الرغم من أن عدسة القراءة عدسة مكبرة إلا أنه يمكن استخدامها إذا أردنا إظهار صورة صغيرة على الحائط لشيء كبير .

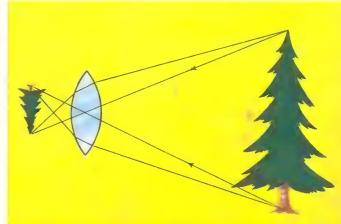
فإذا استعملت العدسة ووقفت فى حجرة وظهرك إلى نافذتها فإنه يمكنك حينئذ أن تجد على الحائط صورة صغيرة للنافذة . ويوضح لك الرسم الأيمن فى هذه الصفحة سبب ذلك . ثم لاحظ أن الصورة التى تتكون تكون معكوسة .

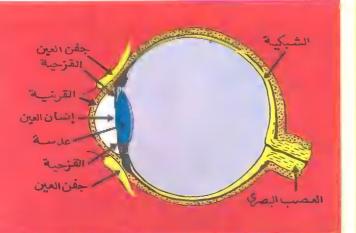
ولكى تحصل على صورة واضحة ، يمكنك أن تحرك العدسة نحو الحائط أو بعيداً عنها، وتحريك العدسة للحصول على صورة واضحة يسمى ضبط البعد البؤرى . والعدسات على أشكال وأحجام متعددة . فعدسة القراءة عدسة محدّبة .

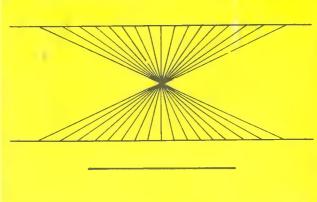
وهناك علسات مقعرة . ولوأنك فصلت العلسة المقعرة إلى جزءين ، فإن كل جزء يبدو قريب الشبه بهذا الشكل ك . وأشعة الضوء التي تمر في مثل هذه العلسات تنحرف نحو حرفها . ويمكن أن تستعمل هذه العلسات لتصغير الأشياء .

ولبعض العدسات سطح واحد مقوس، ويتفاوت هذا التقوس عمقاً وبساطة. وكلما زاد تقوس العدسة، كلما زاد انحراف أشعة الضوء التي تمر بها. والعدسات كما سترى فى الصفحات القادمة جزء هام جداً فى كثير من الآلات التي نستعملها لتساعدنا على زيادة وضوح الرؤية.









أعيننا:

يوضح أحد رسوم هذه الصفحة الأجزاء المختلفة للعين البشرية . لاحظ أن للعين عدسة ولكنها ليست من الزجاج وإنما هي مصنوعة من أنسجة شفافة . وإنسان العين فتحة ينفذ خلالها الضوء إلى العين . ويمكن أن تكبر هذه الفتحة أو تصغر بواسطة الستار الهو القزحية . وهذه القزحية هي التي تكسب العين لونها الفإذا كان الضوء قوياً فإن القزحية تعلق الحدقة إغلاقاً جزئياً بحيث لا يدخل العين ضوء شديد . ذلك لأن الضوء الشديد يعمى . أما إذا كان الضوء قليلا فإن القزحية تسبب اتساع الحدقة .

أما القرنية فإنها تعين على حماية بقية أجزاء العين . وكرة العين كلها مملوءة بسائل شفاف يحفظ عليها قوامها وشكلها . وفى مؤخرة كرة العين توجد الشبكية . وهى مكونة من أعصاب رقيقة تتجمع فتكون العصب البصرى . والشبكية هى الحائل الذى تسقط عليه صور المرثيات التى تشاهدها . فإذا سقطت صورة على الشبكية ، فإن العصب البصرى يحمل الرسالة إلى المخ . . . فتبصر .

وتمتاز عدسة العين عن العدسة الزجاجية بشيء واحد . ذلك أن شكلها يمكن أن يتغير . فالشخص الذي يتمتع بقوة إبصار سليمة ، يستطيع أن يرى الأشياء القريبة منه والبعيدة عنه بنفس الوضوح على السواء . ورؤية الأشياء القريبة تتطلب عدسة شكلها يغاير شكل العدسة التي تستخدم في رؤية الأجسام البعيدة ، وتقوم عضلات صغيرة بتعيير شكل العدسة . ويحدث هذا التغيير في شكلها دون أن يلاحظ الإنسان ذلك . والحق إن العين جهاز مع شماها في ذلك مثل المجهر أو آلة التصوير . ولكنك لست بحاجة إلى أن تتعلم طرية استعمالها .

وقد يكون الإندان متمتعاً بقوة إبصار سليمة ، وبع ذلك فإنه لا يثق تماما من أن بصره يعطيه صورة حقيقية لما يرى . ذلك لأن هناك أنواعاً كثيرة من الحداع البصرى . ويبين لنا الرسم التوضيحي الأيمن على صفحة ١٤ نوعين من أنواع هذا الحداع .

فالخطان العلويان متوازيان تماماً في حين أنهما يظهران كما لوكانا منبعجين في الوسط. والخط الأعلى من الخطين السفليين يبلغ طوله نصف طول الخط الثانى ، إلا أنه يبدو أطول من هذا . والخداع البصري أمر طريف ولكن ليست له أهمية كبيرة .

الأشياء التي تساعد على الإبصار

لو لم تخترع العلسات لأصبحت معلوماتنا عن العالم الذي نعيش فيه قاصرة ، وأصبحت أقل كثيراً مما هي عليه الآن . فمن حولنا أشياء كثيرة لا يمكن أن ترى بالعين المجردة . فهناك _ مثلا _ مثات من جراثيم الأمراض التي لا يمكن أن نراها بالعين المجردة للمقتها. وفي الكون المحيط بنا أشياء كثيرة أبعد من أن ترى بالعين المجردة ، إذ هناك ملايين الملايين من النجوم _ منها عدد لا يزيد عن ١٠٠،٠٠ نجم أبعادها قريبة للرجة تمكننا من أن نراها كنجوم مستقلة بغير مساعدة الأجهزة أو الآلات .

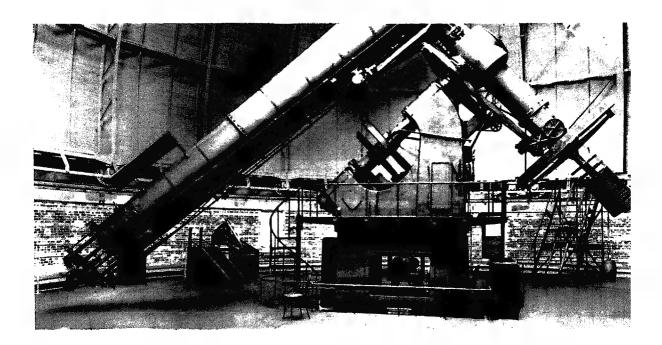
والمجهر (الميكروسكوب) من أهم ما يساعدنا على الإبصار والرؤية. وقد ساعدنا المجهر على الوصول إلى كثير من الاكتشافات الهامة. وقد جاءت كلمة (ميكروسكوب) من كلمتين إغريقيتين معناهما «صغير » و » يرى ». أى إن الميكروسكوب جعل لرؤية

استخدام ميكروسكوب مركب (مضاعف)

استخدام بيرسكوب صنع في المعرّل





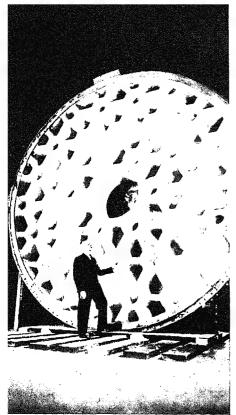


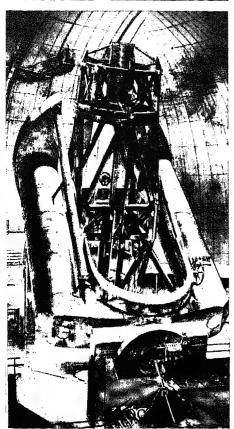
الأشياء الصغيرة . والمجهر الذى تراه فى شكل صفحة ١٥، هو مجهر مركتب، فيه أربع مجموعات من العلسات ، الأولى تقع فى العينية عند قمة الميكر وسكوب، والمجموعات الثلاث الأخرى هى العدسة الشبيكية . وتستخدم كل واحدة منها على انفراد . وعندما تستعمل مجهراً كالذى تراه فى الصورة ، فإنك تستعمل مجموعتين من العدسات ، وهذه تضخم لك كل ما تشاهده خلال الميكر وسكوب .

وعند ما تستعمل مجهراً من هذا الطراز ، فإنك تضع الشيء الذي تريد أن تنظر إليه على شريحة رقيقة من زجاج .

والقاعدة العامة تقضى بأن تضع ماءً على العينة التى تجرى عليها الاختبار ثم تغطيها بقطعة من الزجاج الرفيع الصافى . وهناك ثقب فى وسط منصة المجهر . وهذا الثقب يسمح للضوء بأن يتجه من أسفل إلى أعلى خلال المادة التى تختبرها . وينبغى بطبيعة الحال أن توضع شريحة الزجاج فوق هذا الثقب . وتحت هذه المنصة توجد مرآة يمكن تحريكها بحيث تعكس الضوء إلى أعلى من خلال هذا الثقب . وقد لا ترى شيئاً عند ما تنظر إلى إحدى العينات لأول مرة خلال المجهر إذ قد لا يكون المجهر مضبوطا .

وتثبّت فى أعلى المجهر عجلات صغيرة تستخدم فى رفع مجموعة العدسات أو خفضها . وهى العملية التى تسهل عليك ضبط المجهر وتكوين صورة واضحة .





ولو أنك نظرت إلى صفحة من الكتاب بمجهر مركب كالذى تراه فى الصورة ، فلن تستطيع أن ترى شيئاً على الإطلاق ، ذلك لأن هذا النوع من الورق لا ينفذ خلاله ضوء كاف . ومهما يكن من شيء ، فإنه يكننا أن نقطع — حتى الصخر — إلى رقائق يمكن أن نختبرها بمجهر مركب .

وقد تمكن العلماء من معرفة طريقة تكوين الفحم بعد دراسة رقائق الفحم تحت المجهر .

والتلسكوب أيضاً جهاز هام يساعدنا على الرؤية . وكلمة تلسكوب مشتقة من كلمتين إغريقيتين معناهما «بعيد» و «يرى» . والتلسكوب يسهل لنا رؤية الأشياء البعيدة . والتلسكوب على نوعين هما التلسكوب الكاسم للأشعة

والتلسكوب العاكس . والتلسكوب العاكس .

وفى التلسكوب الكاسر تستخدم العدسات لتمكينا من رؤية الأشياء البعيدة . وأكبر عدسة مستعملة فى العالم اليوم هى التى تجدها فى التلسكوب الموضح فى الشكل صفحة (١٦) . وقطر هذه العدسة مترا واحدا . أما فى التلسكوب العاكس فإننا نستخدم المرايا الكروية لنتمكن من رؤية الأشياء البعيدة . وتريك صورة من الصور المنشورة على هذه الصفحة الجانب الحلى لأضخم الصور المنشورة على هذه الصفحة الجانب الحلى لأضخم جسم صنع من كتلة واحدة من الزجاج ، تلك هى مرآة التلسكوب العاكس الهائل الجديد فى مرصد مونت بالمر فى كاليفورنيا . وظهر هذه المرآة مكون من خلايا تشبه قرص عسل النحل حتى لاتزن كثيراً كما لوكانت مصمتة . أما وجهها الآخر فناعم أملس ومنقعير. وقبل أن تركيب فى

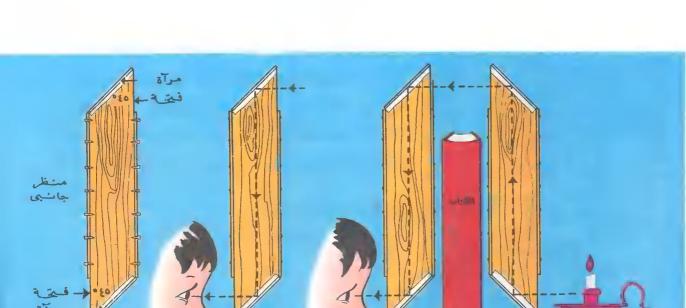
موارَّة المُتلسكوب الضخيم تلسكوب عاكس ۱۷ التلسكوب، غُطيت بغشاء رقير من الألمونيوم لكى تعكس بدرجة أفضل مما لو كانت من الزجاج وحده. وقطر هذه المرآة ه أمتار ، وهو ضعف قطر المرآة الموجودة في التلسكوب العاكس الذي يلى هذا في الحجم . وتوضح إحدى الصور المنشورة على ص ١٧ هذا التلسكوب الضخم الجديد .

ومن الأشياء التى تساعد على الرؤية والإبصار نظارات الميدان ، ومنظار المسرح (الأوبرا) والبريسكوب (منظار الغواصة). وتشبه نظارات المسرح ونظارات الأوبرا التلسكوب إلى حد كبير ، ولكل منها عدسات. وتحتوى أحياناً على منشورات زجاجية تشبه – إلى حد ما – ذلك المنشور الذى ترى صورته فى ص ٢٥. وهذه المنشورات تساعد على انحراف أشعة الضوء وإمالتها.

و يستطيع المرء — عن طريق البريسكوب — أن يرى ما حول الأركان وما فوق الحواجز والسدود . وكثيراً ما يستعمل رجال الغواصات البريسكوب لير وا ما يحدث فوق سطح الماء . أما النوع الأجود من ذلك فيستخدم في صُنع العدسات والمنشورات .

ونظارات العين العادية من أهم ما يساعدنا على الإبصار . فنى بعض الحالات تصبح عضلات العين عاجزة عن تغيير شكل العدسة تغييراً كافياً يسمح الشخص أن يرى المرثيات القريبة بوضوح، مع أنه يستطيع أن يرى الأشياء البعيدة بدون أى عناء . ونحن نقول عن هذا الشخص إنه «طويل النظر».

وهناك بعض (قصار النظر) الذين لا يستطيعون أن يروا بوضوح إلا الأشياء القريبة وحدها .



والنظارت الطبية تستطيع أن تعالج قصر النظر وطوله على السواء ــ ويمكن اختيار العدسات الى تساعد عدسة العين على تكوين صورة واضحة على الشبكية .

وليس طول النظر وقصره بطبيعة الحال إلا حالتين من حالات الاضطراب التي تصادفها العين ، ويمكن تصحيحها بالنظارات المناسبة .

بريسكوب منزلى :

يستخدم الفتى الذى ترى صورته فى الجزء الأيمن من ص ١٥ بريسكوباً مصنوعاً فى البيت . ورغم أن النافذة أعلى من قمة رأسه ، إلا أنه يستطيع بهذا البريسكوب أن يرى ما يجرى خارج النافذة .

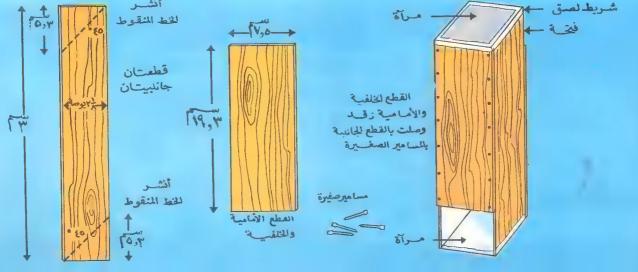
ولكى تصنع بريسكوباً بسيطاً كهذا ، تحتاج إلى ما يأتى :

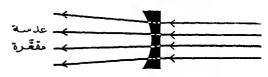
- مرآ تين مسطحتين ليس لهما إطار ، طول ضلع الواحدة ٧٠٥ سم .
- أربع قطع من الخشب الرفيع بالمقاييس الموضحة في الرسوم على صفحتي ١٩،١٨.
 - مسامير صغيرة لتثبيث القطع الخشبية الأربع على شكل أنبوبة .
 - شريط لزج لتثبيت المرايا في أماكنها .

وسر صناعة البريسكوب هو وضع المزايا فى الزوايا الصحيحة تماماً . فيجب أن توضع بحيث أن أشعة الضوء التى تسقط على المرآة العليا ، ترسل رأساً إلى المرآة السفلى عن طريق الأنبوبة ، ثم إلى الحارج خلال الفتحة السفلى حتى تصل إلى عين الشخص الذى يستخدم البريسكوب .

14







فإذا لم تكن المرآة العليا في الزاوية الصحيحة، فربما أرسلت معظم الضوء الذي يسقط عليها إلى جدران الأنبوبة بدلا من أن ترسله إلى المرآة السفلي .

وإذا لم تكن المرآة السفلي فى الزاوية الصحيحة، فربما ترسل معظم الضوء الساقط عليها من المرآة العليا إلى جدران الأنبوبة بدلا من أن ترسله خارج الفتحة .

وأنت لست بحاجة إلى أن تقيس الزوايا لكى تضع كل مرآة فى مكانها الصحيح ، فبعد أن يتم قطع الأجزاء الحشبية الأربعة تبعاً لما هو موضح فى الرسم (ص ١٨)، وبعد أن تسمير ، ستكون المرايا فى الوضع الصحيح عند ما تستقر على الأطراف الماثلة فى القطع الجانبية . وستكون المرآتان متوازيتين كما يتبين لك من الرسم . وسيتبع الضوء الطريق الموضح فى الشكل الأوسط (ص ١٩) . فهل تستطيع أن تعرف بناء على ما تعلمته عن الانعكاس للذا يتبع الضوء الطريق الموضح فى هذا الشكل ؟

ويمكن عمل هذا البريسكوب الموضح فى الصورة بأى حجم. فمثلا يمكن أن يكون طول الأنبوبة ستة أقدام إن أردت .كذلك يمكن أن يكون صغيراً بدرجة تمكنك من وضعه فى جيبك ، إذا استخدمت مرايا صغيرة جداً .

وعند ما تنظر فى البريسكوب تبدو المرثيات كأنها أمامك مباشرة . وقد علمت فيما سبق أن الشيء يبدو فى اتجاه الأشعة الواصلة إلى عينيك من الجسم . ولوكان لديك بريسكوبان مثل البريسكوب المصور ، لأمكنك أن تعمل اللعبة الموضحة فى الشكل الأخير المنشور على ص ١٩ . إنك إذا نظرت خلال أقرب بيريسكوب إليك، بدت لك الشمعة فى مكانها تماماً حيث هى بالرغم من وجود كتاب سميك بين عينك وبينها .

جرّب بنفسك:

١ - ضع لوحاً نظيفاً من الزجاج على صفحة من الورق الأبيض . حاول أن ترى وجهك فيه . هل هو مرآة جيدة ؟

ثم ضع لوح الزجاج على قطعة من الورق الأسود . . . هل هو مرآة أحسن ؟ عند ما ينفذ ضوء قليل أو لا ينفذ ضوء على الإطلاق من الناحية الأخرى خلال لوح الزجاج ، فإن هذه القطعة البسيطة من الزجاج تكون مرآة لا بأس بها .

فإذا كان الزجاج على الورق الأبيض : نفذ الضوء من الورق خلال الزجاج . وأما إذا كان الزجاج على ورق قاتم : فلا ينفذ خلاله ضوء كثير : ولذا يكتّون الضوء المنعكس من السطح العلوى للزجاج صورة واضحة .

٢ – أحضر أكبر عدد ممكن من عدسات ذات انحناءات مختلفة . اكتب كلمة على قطعة من الورق ، وانظر إليها أولا خلال إحدى العدسات ، ثم خلال عدسة أخرى ، وقرّب العدسة التي تستخدمها من عينك ثم حرّ كها بعيداً عنها حتى تستطيع أن ترى الكلمة بوضوح خلال العدسة . بأية عدسة حصلت على أحسن تكبير ؟

هل بعض العدسات تجعل الكتابة تبدو أصغر من حقيقتها ؟ وإذا كان ذلك صحيحاً فما شكل هذه العدسات ؟

٣ - أثقبُ ست بطاقات من الورق عند منتصفها . ثم أشعل شمعة، وضع البطاقات على بعد ٢,٥ سم بين كل بطاقتين ، وبطريقة تمكِّنك من رؤية ضوء الشمعة إذا نظرت خلال ثقب أبعد البطاقات عن الشمعة . هل فهمت من هذه التجربة شيئاً عن الطريقة التي ينتقل بها الضوء ؟

■ ـ أحضر مرآة مربعة أومستطيلة ليسلها إطار وضعها بحيث يلامس أحد أطرافها تماماً. الانصاف السفلية لبعض الحروف الأفرنجية . والمرآة تعكسها فتظهر الحروف كاملة . والحروف التى تتشابه أنصافها العليا والسفلي هي وحدها التي يمكن أن تستخدم في هذا النوع من الكتابة في المرآة . وهذه الحروف هي ا

B, C, D, E, H, I, K, O, X,



ه _ أقرمرآة وسط درج أو منضدة واسندها بحيث تستقر فى مكانها . ثم انحن على ركبتيك أمامها بحيث ترى انعكاسك فيها بوضوح . ضع كتاباً على المنضدة بينك وبين المرآة . هل تستطيع أن ترى انعكاس الكتاب ؟ انتقل إلى الركن الأمامى الأيسر للمنضدة أو الدرج . هل لا تزال ترى نفسك فى المرآة ؟

حرَّك الكتاب إلى الركن الأمامى الأيمن للمنضدة أو الدرج. هل تستطيع أن ترى الكتاب في المرآة ؟ .

عند ما تسقط أشعة الضوء على مرآة بزوايا قائمة ، فإنها ترتد من نفس الطريق الأصلى الذي جاءت منه . وعلى ذلك فإنك عندما تنظر في المرآة وأنت والكتاب أمامها مباشرة ، فإنك ترى انعكاسك وانعكاس الكتاب معاً . وعند ما تسقط أشعة الضوء على المرآة بزاوية أخرى غير قائمة ، فإنها لا ترتد من نفس الطريق الذي وصلت منه الى المرآة ؛ وبدلا من هذا فإنها تنعكس في الاتجاه المضاد .

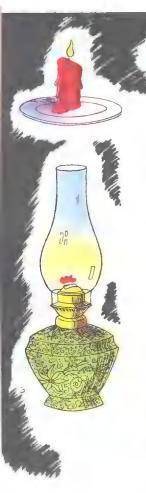
وعند ما تتحرك إلى أحد أركان درجك ، فإن أشعة الضوء التى تسقط على المرآة من الكتاب الموجود فى الركن المقابل للدرج ، هى التى تصل إلى عينيك . ولهذا تستطيع أن ترى الكتاب فى المرآة ، ولكنك لا تستطيع أن ترى نفسك .

7 - أحضر مرآتين مربعتين متساويتين ليس لهما إطار. ثبت دبتوساً عادياً في مجموعة من الورق بحيث يظل قائماً في وضع رأسي . أتم المرآتين جنباً إلى جنب في خط مستقيم وراء الدبتوس و على بعد سنتيمتر واحد منه . ويجب أن يكون الدبوس أمام مكان تلاقى المرآتين مباشرة . ثم حرّك طرفى المرآتين الخارجين نحوك ببطء . ما التغير الذي يجدث في عدد الانعكاسات التي تراها للدبوس ؟ وهل كل الانعكاسات بدرجة واحدة من الوضوح ؟ عند ما تبدأ في تحريك المرآتين الواحدة نحو الأخرى ، فإنك ترى أولا انعكاساً









واحداً للدبوس فى كل مرآة ، وعندما يزداد تقارب المرآتين ، تبدأ فى الحصول على انعكاسات فى كل مرآة للانعكاسات الموجودة فى المرآة الأخرى . وبهذا تستطيع أن ترى عدداً كبيراً من الصور للدبوس . ويتناقص وضوح الصورة كلما زادت مرات الانعكاس .

٧ – اثن قطعة من الورق المقوى عند منتصفها بحيث يظل نصفها قائماً والنصف الآخر مستوياً على سطح المنضدة . ثم اكتب كلمة مكونة من عدد كبير من الحروف على النصف القائم . أبعد الكلنمة عنك ثم أمسك بمرآة بحيث تنعكس فيها الكلمة .

هل تستطيع أن تقرأ الكلمة بسهولة ؟

أدر البطاقة بحيث تواجهك الكتابة، وأمسك مرآة بينك وبين البطاقة، وأمسك مرآة أخرى بحيث تكون أقرب إلى المرآة منك . حرك المرآة الثانية حتى تجعلها فى وضع يمكّنك من رؤية الكلمة فيها . هل يمكنك قراءتها الآن بسهولة ؟

عند ما تنعكس الكتابة في مرآة واحدة الا تكون سهلة القراءة الأن المرآة تعكس صورة الكلمة أما عند ما تستعمل مرآ تين وتحصل على النعكاس في المرآة الثانية للانعكاس الموجود في المرآة الأولى ، فإن الكتابة تكون سهلة القراءة لأن المرآة الثانية تقلب الكلمة مرة أخرى فتعود إلى وضعها الطبيعي .

٨ أحضر أكبر عدد يمكنك الحصول عليه من المرايا المنحنية ذات الانحناءات المتباينة. انظر إلى الصورة المنعكسة في كل مرآة. ما الاختلافات التي تراها بين هذه الانعكاسات؟

إن سطوح المرايا المنحنية تعكس أشعة الضوء بطريقة تجعلك ترى الانعكاس أحياناً أكبر من الشيء نفسه وأحياناً أصغر منه. ويظهر الشيء مقلوباً رأساً على عقب أحياناً أخرى.

9 ــ ضع وعاء صغيراً أمامك على منضدة . ثمضع قرشاً فى قاع الوعاء : وحرّك الوعاء بعيداً عنك بالتدريج بحيث لا تزحزح القرش عن موضعه ، أبعد الوعاء عنك حتى لا ترى من القرش إلا طرفه البعيد . ثم صب ماء فى الوعاء .

كن حريصاً حتى لايتحرك القرش من مكانه . ماذا يحدث ؟ إنك لاتستطيع أن ترى القرش إلاإذا وصلت أشعة الضوء المنعكسة عنه إلى بصرك . وعندما تحرك الوعاء



موشور (منشورثلاث) يفصل ضوء الشمس إلى ألوان قوس قنح

بعيداً عنك ، يحجب جدار الوعاء الفهوء المنعكس من القرش و يمنعه من الوصول إلى عينيك . وعند ما تمر أشعة الفهوء مائلة من الماء إلى الهواء ، فإنها تميل وتنحى . وعند ما تصب الماء في الوعاء ، فإن أشعة الفهوء الصادرة من القرش تميل وتنحى بحيث يصل بعضها إلى عينك ، فترى القرش بالرغم من أنه لم يتحرك ، وبالرغم من أنك لم تغير مكانك . إنك لا ترى القرش حيث هو فعلا ، وإنما يظهر كأنه في اتجاه الأشعة الواصلة إلى عينيك منه . • ١ - أحضر لوحاً مربعاً أو مستطيلاً من الزجاج ، لا يقل سمكه عن أ بوصة ، ثم ارسم بقلم ملون خطاً مستقيا على قطعة من الورق ، واجعل الحط أطول من عرض لوح الزجاج . ثم ضع هذا اللوح على الحط الذي ينبغي أن يمتد بعد نهاية اللوح من الجانبين . ألى نظرة رأسية إلى الحط خلال الزجاج ثم تحرّك إلى الحلف بعيداً عن الورقة وانظر ألى الخط مرة أخرى . إن الضوء المنبعث من الحط ينتقل الآن إلى عينيك بميل . ما التغيير وعند ما تخرج أشعة الضوء عمودية من الزجاج إلى الهواء ، فإنها لا تنكسر ، فإذا ألقيت نظرة رأسية إلى الحوا فإنها تنكسر . فإذا ألقيت نظرة رأسية إلى الخط خلال الزجاج ألى الخط يبدو كأنه منكسر عند طوف الزجاج . أما جزء الحط الذي يقع تحت الزجاج فإن الخط يبدو كأنه منكسر عند طوف الزجاج . أما جزء الحط الذي يقع تحت الزجاج فإن الخط يبدو كأنه منكسر عند طوف الزجاج . أما جزء الحط الذي يقع تحت الزجاج فإن الخط يبدو كأنه منكسر عند طوف الزجاج . أما جزء الحط الذي يقع تحت الزجاج

فإنه يظهر وكأنه أعلى من وضعه الحقيق ، لأنه يبدو فى الاتجاه الذى يدخل منه الضوء الذى يعكسه إلى عينك .

١١ - قف فى حجرة وظهرك إلى النافذة . أسقط صورة النافذة على حائط الحجرة مستخدماً عدسة محدبة ولاحظ أن الصورة أصغر كثيراً من النافذة ، وأنها معكوسة .

وسوف تعينك هذه المعلومات على إدراك الطريقة التي تستطيع بها آلة التصوير الصغيرة أن تلتقط صورة لبناء ضخم.

17 — لف قطعة من الورق المقوى ، وأجعل منها أنبوبة قطرها حوالى بوصة . ارفعها إلى عينك اليمنى ، ثم أمسك كتاباً على بعد ثلاث بوصات أو أربع أمام عينك اليسرى بحيث يلمس أحد أطراف الكتاب هذه الأنبوبة . لتكن عيناك مفتوحتين إلى أقصى اتساع ، ثم انظر إلى شيء ما داخل الحجرة . ألا يخيل إليك أنك تنظر خلال ثقب فى الكتاب ؟ إن الضوء الذي يأتى خلال الأنبوبة يصل إلى إحدى عينيك، والضوء المنعكس من الكتاب يصل إلى الأخرى . فعند ما تنقل أعصاب عينيك رسالتيهما إلى مخك ، فإنه يخيل إليك أنك تنظر إلى الكتاب خلال ثقب .

اللون :

إذا وضعت منشوراً ثلاثياً فى ضوء الشمس واخترقته الأشعة بطريقة معينة، فإنك تحصل على حزمة من ألوان الطيف . وهذه الألوان هى التى يتكون منها ضوء الشمس . وهى : البنفسجى والنيلى والأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالى والأحمر . وأحياناً يغفلون ذكر النيلى ويذكرون أسماء الألوان الستة الأخرى على اعتبار أنها ألوان الطيف ، لأن النيلى أزرق مشرب بحمرة ويبدو فى قوس قزح مندماً فى اللون الأزرق من ناحية والبنفسجى من ناحية أخرى ، ولذلك يصبح من الصعب جداً أن يظهر كلون متميز . ويتكون قوس قزح الطبيعى عند ما تسطع أشعة الشمس خلال قطرات الماء فى الهواء . وقد يوجد فى بعض الأحيان قوسا قزح فى السهاء فى وقت واحد ، أحدهما فوق الآخر . وأكثرهما وضوحاً أقربهما إلى الأرض . ويوجد اللون الأحمر فى قمة قوس قزح الأسفل ، بينا يوجد اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى فيكون اللون البنفسجى فى قاعه . وأما فى قوس قزح الأعلى في كوس قزم المعد الموس قرب الموس

واللون الأحمر في القاع . ويتكوّن أحد القوسين عند ما تسطع أشعة الشمس خلال الأجزاء السفلي لقطرات الماء . ويتكون الآخر عند ما تسطع أشعة الشمس خلال الأجزاء العليا لهذه القطرات .

وإذا تكون قوس قرح بعد الظهر ظهر دائماً فى الناحية الشرقية من السهاء، أما إذا تكون فى الصباح فإنه يظهر فى الجانب الغربى منها . أى إنه يكون دائماً فى الاتجاه المضاد للشمس .

وكثيراً ما ترى قوس قزح فى رذاذ الماء المتناثر من خرطومُ الحديقة أو من نافورة . ولو قدر لك أن تزور شلالات نياجرا فى يوم مشمس أو تشاهد المياه المتدفقة من خزان أسوان، لعادت بك الذاكرة إلى قوس قزح الذى تراه فى المياه المتناثرة من خرطوم الحديقة .

ولما كان من الممكن تحليل أشعة الشمس إلى حزمة من ألوان الطيف (قوس قزح) فلا ينبغى أن يدهشك تجمع هذه الألوان لتكوين اللون الأبيض. هذا ويحتوى قرص الألوان الذى تراه فى ص ٢٧ على جميع ألوان الطيف ، فإذا أدير هذا القرص بسرعة كبيرة فإنه يظهر أبيض اللون.

وأنت حين تعلم أن ضوء الشمس مكتون من ألوان عدة ، يسهل عليك أن تدرك لماذا يكون لبعض الأشياء لون معين وللأخرى لون معاير. ومن السهل أيضاً أن تدرك السبب ف أن الأشياء يختلف لوبها في ضوء المصباح عنه في ضوء الشمس.

وهذا الورق أبيض، لأنه يعكس إلى عينيك جميع الألوان التي في ضوء الشمس، والحروف التي على الورق سوداء لأنها لا تعكس شيئاً من هذه الألوان الموجودة في ضوء الشمس فالحبر يمتص الضوء من جميع الألوان. والسواد ليس لوناً على الإطلاق، وإنما هو فقدان الألوان. ولنفرض أنك رسمت على قطعة من الورق ست دواثر بأقلام ملونة، زرقاء وحمراء وصفراء وبتقالية وخضراء وبنفسجية وبنية. فالدائرة الحمراء تكون حمراء لأنها تعكس إلى عينك الأشعة الخمراء فقط من ضوء الشمس، بينا تمتص كل الأشعة الأخرى. والدائرة الصفراء تكون صفراء لأنها لا تعكس إلى الأشعة الزرقاء من ضوء الشمس. والدائرة الزرقاء تكون زرقاء لأنها لا تعكس إلا الأشعة الزرقاء من ضوء الشمس وهكذا — ولكنك ربما تعجب لدائرة اللون البني لأن اللون البني ليس لوناً من ألوان الطيف. والدائرة ذات اللون



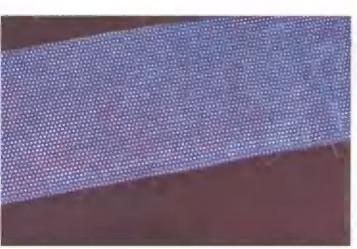


فحسرص الألوان

البنى تعكس إلى عينيك جزءاً من الأشعة الحمراء وجزءاً من الأشعة الزرقاء وجزءاً من الأشعة الصفراء.

والدائرة الزرقاء لا يمكن أن تظهر زرقاء ما لم تسقط عليها أشعة زرقاء من الضوء = ثم تتمكن من أن تعكسها إلى عينيك . افرض أنه كان عليك أن تنظر إلى دائرة زرقاء خلال قطعة من الزجاج أو ورق « السلوفان » الأحمر القانى . فالزجاج أو « السلوفان » الأحمر القانى . فالزجاج أو « السلوفان » الأحمر الشعة يسمح للأشعة الزرقاء بالمرور فيه . وعلى هذا ، فبالرغم من أن الدائرة الزرقاء تعكس أشعة ضوئية زرقاء ، فإن هذه الأشعة لا يمكن أن تصل إلى عينيك . وعلى هذا تبدو الدائرة سوداء » ويظهر الورق الأبيض المحيط بالدائرة الزرقاء أحمر اللون . وبنفس الطريقة إذا نظرت خلال قطعة من الزجاج أو « السلوفان » الأزرق إلى دائرة حمراء » فإن الدائرة الحمراء تظهر سوداء » والورق الأبيض المحيط بها يبدو أزرق اللون .

وقد أفاد العلماء مما يعرفون عن الضوء فى عمل نوع طريف من الصور البارزة تسمى اناجليف Anaglyph . ولكى تفهم هذا النوع من الصور يجب أن تذكر أولا أنك تعودت رؤية الأشياء بعينين اثنتين . افرض أنك تنظر إلى كرة موضوعة أمامك على منضدة ، فإنك ترى بعينك اليمنى ما حول الجانب الأيمن للكرة أبعد قليلا مما تراه بعينك اليسرى . والكرة تبدو وترى بعينك اليسرى ما حول الجانب الأيسر أبعد قليلا مما تراه بعينك اليمنى . والكرة تبدو





أحد تأثيرات صنوء الشمس

مستديرة لعوامل منها أنك ترى ما حولها في جوانبها .

وفى الأناجليف صورتان لنفس الشيء ، إحداهما صورة الشيء أو المنظر كما تراه بعينك اليمنى ، والأخرى صورة المنظر أو الشيء كما تراه بعينك اليسرى . والصورتان مطبوعتان إحداهما فوق الأخرى ، واحدة باللون الأحر والأخرى باللون الأزرق .

وأنت تنظر إلى الصور خلال منظار زجاجي إحدى زجاجتيه حمراء والأخرى زرقاء. فالعين التي تنظر خلال الزجاج الأحمر تشاهد الصورة الزرقاء ، فتبدو سوداء ، أما العين التي تنظر خلال الزجاج الأزرق فإنها تشاهد الصورة الحمراء فتبدو سوداء . ويرتب مخلك الصورة ربن معاً فتظهر الأشياء التي في الصورة وكأنها تبرز خارجة من الصفحة .

وضوء المصابيح حتى عند ما يبدو أبيض مثل ضوء الشمس – لا يشبهه تماماً إذا نظرنا إلى الموضوع من ناحية الألوان التي يتكتون منهاكل منهما . ولهذا يمكن أن ندرك لماذا لا تظهر المواد الملونة دائماً في ضوء المصابيح كما تبدو في ضوء الشمس . ولو كان ضوء المصباح مثل ضوء الشمس تماماً ، لكان لون الأشياء واحداً تماماً في الضوءين .

و بطبيعة الحال ليس ضوء جميع المصابيح أبيض . فني أسفل خشبة المسرح تستخدم الأضواء الملوّنة غالباً. فإذا استعملت الأنوار الحمراء وحدها ، فإن الثياب البيضاء تبدو حمراء بينها يكون لون الثياب الزرقاء أسود . وهكذا يمكن تغيير ألوان الملابس بسهولة إذا غيرت الأضواء التي تسلّط عليها .

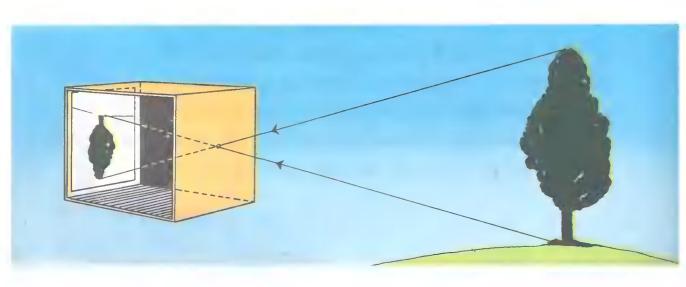
التقاط الصور:

قد يكون ضوء الشمس سبباً في تغيير الألوان. وترى في الصورة المنشورة على ص ٢٨

قطعة من قماش أزرق من قبل ثم من بعد تعريضها لضوء الشمس الشديد بضع ساعات . والقماش الأزرق ملون بصبغة ، ويحتمل أن يغير ضوء الشمس هذه الصبغة . ولما كانت الصبغة مادة كياوية ، فإن التغيير الذى تحدثه الشمس فيها يسمى تغييراً كياوياً . وليست الصبغة الزرقاء إلا مادة واحدة من المواد الكياوية التي تتغير بالضوء . وإذا تغيرت مادة كياوية بالضوء يقال إنهاحساسة للضوء . ولولم تكن هناك كياويات حساسة للضوء لما أمكننا أن نلتقط صوراً .

والطبعة الزرقاء Blue Print نوع بسيط جداً من الصور، لا تحتاج فيه إلى آلة تصوير، إذ يغطى ورق الطبعة الزرقاء بمزيج من الكيائيات التى تتأثر بالضوء. وهذا المزيج يمكن أن يذوب فى الماء. فإذا أردنا أن نستخرج الطبعة الزرقاء لورقة شجر مثلا، توضع الورقة على قطعة من ورق الطبعة الزرقاء وتثبت فى مكانها بلوح رقيق من الزجاج، ثم توضع الثلاثة فى ضوء الشمس حيث تترك بضع ثوان. ولما كانت ورقة الشجر معتمة، فإن ضوء الشمس لا يستطيع أن يصل إلى الورق الذى تحتها، وإنما يحدث تغييراً فى مزيج الكيائيات الموجود فى أجزاء الورق الحساس التى يستطيع الضوء أن يصل إليها. وهناك تتكون الكيائيات الموجود فى أجزاء الورق الحساس التى يستطيع الضوء أن يصل إليها. وهناك تتكون مادة كياوية جديدة لوبها أزرق فاتح لا يذوب فى الماء. وعند ما ترفع الورقة الحساسة من الشمس و تغسل فى ماء بارد. والماء البارد يذيب المزيج الذى لم يغيره ضوء الشمس و يزيله. وتتكون صورة بيضاء لورقة الشجر على أرضية من اللون الأزرق الفاتح.

وأنت تعلم أن آلة التصوير تستخدم فى التقاط الصور . وربما سبق لك أن نظرت خلال آلة التصوير ذات الثقب . وهى اختراع بسيط ، فى مقدمته ثقب صغير ، وفى مؤخرته لوح من الزجاج المصنفر — وهو زجاج ليس شفافاً كالزجاج الصافى . والضوء ينفذ من المرثيات خلال الثقب الرفيع الموجود فى آلة التصوير ، ويكتون صورة على لوح



الزجاج المصنفر . وتكون هذه الصورة مقلوبة كما يتضح من الرسم المبين على ص ٢٩. وآلة التصوير ذات الثقب ممتعة مشوِّقة ولكنها قليلة الأهمية .

أما آلة التصوير الحقيقية فإنها تشبه العين البشرية إلى حدكبير. فني مقدمتها فتحة تشبه إنسان العين. وهذه الفتحة تغلق ما لم تستخدم في التقاط صورة ، ويختلف هذا المفتاح عن القزحية في أنه يحجب الضوء معظم الوقت. وبدلا من الشبكية يوجد في مؤخر آلة التصوير لوح أو شريط (فيلم) مغطى بمواد كيائية شليدة الحساسية للضوء. ويمر الضوء الذي يدخل آلة التصوير خلال عدسة زبحاجية. ولا يمكن بطبيعة الحال تكييف هذه العدسة مثل عدسة العين ولكنها – على أية حال – يمكن أن تتحرك إلى الأمام وإلى الخلف في معظم عدسة العين ولكنها – على أية حال – يمكن أن تتحرك إلى الأمام وإلى الخلف في معظم آلات التصوير. وهذا التحريك يؤدي إلى حد كبير نفس الغرض المقصود من تغير شكلها. وعند ما توضع العدسة في الوضع الصحيح ، فإنها تسقط صورة واضحة على الشريط أو اللوح. وقد تكون الصورة أصغر كثيراً من الجسم المراد تصويره أو أكبر منه ، ولكنها لحسن الحظ لا تكون مساوية للحجم الطبيعي .

إن المواد الكيماوية تتغير عند ما يسقط عليها الضوء. ويكون التغير أوضح فى الأجزاء التي تتعرض أكثر من غيرها للضوء. وبعد أن تلتقط الصورة، ينبغى أن يحمض الفيلم أو اللوح. وتحميض اللوح أو (الفيلم) معناه إزالة المواد الكيماوية التي لم تتغير وغسلها وتثبيت المواد الكيماوية التي تغيرت بحيث لا يطرأ عليها تغيير آخر. وترى فى الصورة المنشورة على هذه الصفحة شريطين تم تحميضهما ، أحدهما صورة فتاة فى ثوب أبيض. لاحظ أنه يظهر أسود. لقد عكس الثوب ضوءاً كافياً إلى الشريط نتج عنه تغير المواد الكيماوية بدرجة كبيرة. أما الشعر الأسودللفتي الذى فى الصورة الأخرى فانه يظهر قاتماً، لأنه لم يعكس ضوءاً كافياً تتأثر به المواد الكيماوية إلى حد كبير.

ومن أمثال هذه الأشرطة السلبية تطبع الصور. وطبع الصور يشبه تقريباً طريقة عمل الطبعة الزرقاء إذ توضع السلبية على قطعة من الورق المغطى بمادة كياوية حساسة للضوء، وتغطى هذه الورقة بلوح رقيق من الزجاج، ويعرّض الزجاج والورق والسلبية لضوء قوى والمادة الكياوية التي على الورق أكثر حساسية للضوء على أية حال من غطاء ورق الطبعة







الزرقاء . وكل طبعة ينبغي أن تحمُّض بالمواد الكماوية لا بالماء .

وتتراوح ألوان الصور الفوتوغرافية العادية بين الأبيض والأسود أو الرمادى. ويمكن أن تطبع الصور السوداء والبيضاء باللون البنى بدلا من هذه الطبعة العادية . وقد أصبح فى الإمكان التقاط صور ملونة فى الوقت الحاضر . وكثير من صور هذا الكتاب مأخوذ من صور فوتوغرافية ملونة .

والصور المتحركة ما هي إلا صور منفصلة تعرض عليك بوساطة آلة عرض الصور المتحركة عرضاً سريعاً لدرجة أنك لا ترى أى فاصل بين هذه الصور المنفصلة . والصور المتحركة يمكن أن تكون صوراً ملونة ... مثلها في ذلك مثل الصور الثابتة .

الرسائل الضوئية:

في حرب الأرمادا الإسبانية المشهورة ذاع نبأ وصول السفن بين سكان إنجلترا بوساطة عدد متسلسل من منارات اللهب أقيمت على قمم الجبال ، فوصلت الرسالة إلى المحاربين الانجليز بأسرع مما كانت تصل إليهم لو أن العدائين أو راكبي الحيول قد حملوها ، لأن الضوء المنبعث من النيران ينتشر بسرعة تزيد كثيراً على سرعة المشاة والركبان . فأنت تذكر أن الضوء يسير بسرعة خارقة مدهشة تبلغ نحو ١٨٦,٠٠٠ ميل في الثانية . وفي قصة حرب طروادة ، سمعنا أن أنباء سقوط طروادة وصلت إلى الإغريق بهذه الإشارات النارية نفسها . وكان ربحال المراقبة يقضون الليالى فوق قمم الجبال ، وإلى جوار كل منهم كومة كبيرة من الأخشاب معدة لإشعال النار في أية لحظة . وعند ما سقطت طروادة ، أعطى الإشارة أقرب ربحال المراقبة إلى المدينة في أية لحظة . ومن ثم تلاه من بعده من ربحال المراقبة و بدلك انتشر الحبر .



إرسال الرسائل يوسيا طة الدخان

وكان ينبغى أن يكون لدى عامل السيافور فى كل محطة منظار مكبير قوى . فإذا كانت لديه رسالة يريد أن يبعث بها ، فإنه يترجمها عن طريق ترتيب أذرع السيافور فى أوضاع محتلفة . وهناك اصطلاحات متفق عليها للسيافور ترشد عن الأوضاع التى يجب أن تكون عليها أذرع السيافور لكل حرف من الحروف الهجائية . والعامل فى المحطة التالية يقرأ الرسالة بدوره ثم يرسلها إلى السيافور الذى يليه وهكذا .

وكان الهنود خبراء في إرسال الرسائل بالدخان . فكانوا يشعلون ناراً ويغذُّونها بأوراق الأشجار الرطبة والحشائش ، فيمتنع كثير من الهواء عن النار ، وتصبح كثيرة الدخان ، ثم يضعون ملحفة أو غطاء قرب النار . وكلما أزاحوا هذا الغطاء جانباً ، تصاعدت سحابة صغيرة من الدخان . وعدد السحب الصغيرة المتصاعدة من الدخان هو الذي يعطى الرسالة . وكان النضوء - بالطبع - هو الذي ينتقل من السحب الدخانية إلى عيني الشخص المقصود بالرسالة . وكان ولقد استخدم جنود الرومان الأعلام لإرسال الرسائل بين أبراج الحراسة . وكانت الأعلام ذات ألوان مختلفة ، كل لون منها يعني رسالة معينة .

ولا تزال الأعلام مستعملة فى الرسائل حتى الآن. وهناك اصطلاح دولى لإشارات الأعلام التى تستخدمها السفن أحياناً فى تبادل الرسائل. وإذا كنت كشافاً فربما أدركت إرسال الرسائل بالأعلام.

على أن الضوء ــ وإن كان وسيلة سريعة لإرسال الرسائلــ إلا أنه وسيلة ينقصها الكمال

وبعد ذلك وجد الإغريق وسيلة لترجمة الرسائل بوساطة لهب المشاعل. إذ رتبوا حروفهم الهجائية في شكل مربع يقارب هذا(١):

ن	غ	<u>ش</u>	ڂ	- 1
A.	ف	ص	د	ب
g	ق	ض	ذ	ت
Ŋ	ك	ط	ر	ث
ی	ل	ظ	ز	ح
	•	ع	س	ح

وكان لدى مرسل الإشارات حاملان لحمل المشاعل. فإذا وضع خمسة مشاعل في كل حامل ، فإنه كان يقصد الحرف الحامس في العمود الحامس ، وإذا وضع مشعلين في الحامل الأول وثلاثة في الحامل الثاني فإنه كان يعني الحرف الثالث في العمود الثاني .

وقد كانت السهام المشتعلة إحدى الطرق التي كان الهنود يبعثون بها الرسائل عندما جاء الجنس الأبيض إلى أمريكا. فصيحة الاستغاثة كان يمثلها ثلاثة أسهم تنطلق متتابعة ، وسهم واحد يعني أن العدو قريب، وعدة أسهم تنطلق دفعة واحدة معناها أن العدو يكسبالمعركة .

وفي بعض الأحيان كانت المصابيح تحل محل المشاعل في إرسال الرسائل. والإشارات النارية بطبيعة الحال لا ترى جيداً في أثناء النهار ، ولكن الضوء يمكن أن يستعمل كوسيلة للإرسال في النهار كما يستعمل بالليل. فعند ما كان نابليون يقوم بحملته في أرض مصر المشمسة كان ضباطه يستعملون المرايا لتبادل الرسائل الضوئية بينهم . والمرايا التي تستعمل في إرسال الرسائل الضوئية تسمى (هليوجراف) . وكلمة هليوجراف أتت من كلمتين إغريقيتين معناهما «الشمس»، « يكتب » . وقبل عصر نابليون بمئات السنين كان الفرس « يكتبون بضوء الشمس»، وقد استخدموا في ذلك الدروع المعدنية اللامعة بدلامن|لمرايا .

ومن طرق استعمال الضوء كوسيلة للإرسال ، أن تستعمل أعمدة للأشارات بأذرع متحركة . وأمثال هذه الأعمدة تسمى • السمافورات • .

وفي ظل نظام السيمافور كانت تبني المحطات على مسافة عشرة أميال بين كل اثنتين .

(١) الحروف في اللغة العربية لا يمكن ترتيبها في شكل مربع = إذ يوجد صف أنق زائد عن المربع .



والدقة ، فهناك عوائق كثيرة تمنع انتقال هذا النوع من الرسائل من مكان إلى آخر . ولقد حدث مرة أن حال الضباب دون وصول رسالة بالغة الأهمية أرسلت بوساطة السيافور . وقصة ذلك أن الجنود الإنجليز بقيادة دوق ولنجتون كانت قد خاضت معركة هامة مع جنود نابليون الفرنسيين . وكانت الرسالة التي جاءت إلى لندن بوساطة السيافور هي هزم ولنجتون » فأصاب الناس في لندن هم كبير . وبعد ذلك عرف أن الضباب حجب آخر كلمة في الرسالة عن الوصول وهي «الفرنسيين» . . تأمل أي تغيير في معنى الرسالة أحدثته هذه الكلمة الواحدة .

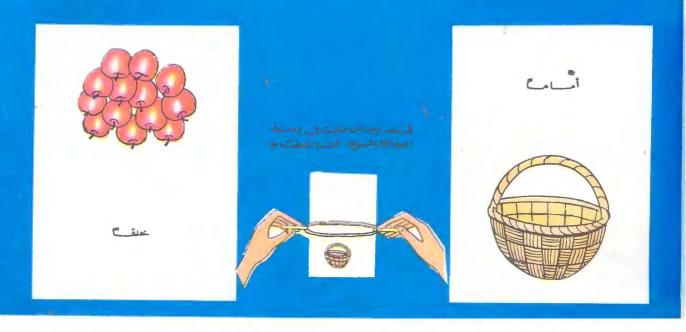
إضاءة شوا رعنا ومبانينا:

مل خطر ببالك كم يصيب حياتنا من ركود وكآبة إذا اعتمدت إضاءتنا على الشمس والقمر والكواكب وحدها ؟ .

كانت النار هي المصدر الوحيد الفوء الصناعي إلى وقت قريب . فالشمعة أو الحشب في المسعل أو الزيت والبترول في المصباح . . كانت تحترق فينبعث منها الضوء . وكان اكتشاف طرق توليد الكهرباء واستعمال التيار الكهربي وسيلة حديدة للإضاءة لا يحدث فيها أي احتراق . فني بعض المصابيح الكهربية يستعمل التيار الكهربي في تسخين خيط من المعدن إلى درجة الاحرار والتوهيخ . وفي مصابيح كهربية أخرى يسبب التيار الكهربي توهيج غاز معين . ويعتقد كثير من الناس أن المصابيح الكهربية أفضل وسائل الإضاءة التي عرفت حتى الآن . وما زالت التجارب تجرى على طرق غتلفة للأضاءة . فالطلاء (الدهان) مثلا قد صنع بحيث يتوهيج بشدة إذا سقط عليه ضوء مصابيح معينة . وبمضى الزمن ربما أمكننا أن نطلي جدران حجراتنا بهذا النوع من الطلاء وحينئذ لا نصبح في حاجة إلى هذا العدد الكبير من المصابيح التي نستخدمها الآن .

جرب بنفسك

١ ــ قف أمام نافذة وانظر خلال منشور ثلاثى ، فإذا لم تر ألوان الطيف خلاله ، فأدره ببطء حتى تراها . ثم ضع المنشور فى طريق حزمة من أشعة الشمس



وبوساطة هذا المنشور أسقط الطيف على السقف أو على أحد الجدران.

إن المنشور بسبب شكله الحاص وما يتصف به من نقاء وصفاء كفيل بتحليل ضوء الشمس إلى ألوان الطيف، وعند ما تنظر خلال منشور فى وضع مناسب صحيح فإن كل شيء تراه تبدو أطرافه وقد حددتها ألوان الطيف.

ومن الصعب أن يسقط الطيف في المكان الذي تريده تماماً . ذلك لأن أشعة الضهوء تنحرف عندما تأخذ طريقها من الهواء إلى الزجاج أولا ثم عندما تنفذ من الزجاج إلى الهواء ثانية .

٢ — ارسم أسداً بقلم بنى ، ثم ارسم قفصاً حول الأسد بقلم أصفر ، ثم ارسم شجرة بقلم بنى وآخر أخضر قريباً من أحد أركان هذا القفص . انظر إلى هذه الصورة التى رسمتها خلال قطعة من الزجاج أو « السلوفان » الأحمر الصاف . ماذا حدث للقفص؟ . إن الخطوط الصفراء تبدو خلال « السلوفان » كأنها أرضية الصورة والأسد يظهر كأنه خارج القفص .

٣ — اعمل لعبة دوارة كالموضحة فى ص ٣٥. ضع هذه اللعبة على طرف منضدة بحيث تكون كل البطاقة ما عدا بوصتين تقريباً من القلم خارجة عن المنضدة. أدر القلم بسرعة إلى الأمام وإلى الخلف على طول المنضدة. لاحظ الصور المرسومة على البطاقة، وحاول أن تدير البطاقة بسرعة حتى يبدو التفاح وكأنه فى سلة، إذا أنت أدرت البطاقة بسرعة كافية ، فإن عينيك تشاهدان الصورتين معاً.

ارسم دائرة قطرها نحو بوصتين في وسط قطعة من الورق الأبيض. لون الدائرة كلها باللون الأحمر القانى ، أمسك الورقة بيدك اليمنى وابسط ذراعك على امتداده بعيداً

عنك ، ثم أمسك بيدك اليسرى قطعة من الورق الأبيض على امتداد الذراع الأخرى أيضاً حملق بشدة في الدائرة الحمراء نحو دقيقة تقريباً ، ثم انظر إلى قطعة الورق البيضاء . هل ترى دائرة ؟ وإذا كنت تراها ، فما لومها ؟

وإذا لم تكن تراها، فحاول التجربة مرة أخرى، إذ ينبغىأن ترى على الورقة البيضاء دائرة خضراء. فالأحمر والأخضر لونان متكاملان، وإذا أضيف أحدهما إلى الآخر نتج عنهما لون أبيض. وعند ما تتعب عيناك من النظر إلى الدائرة الحمراء لا تستطيعان بعدئذ رؤية اللون الأحمر. ويقصر نظرك عن رؤية الأشعة الحمراء في الضوء الأبيض المنعكس من الورقة، وإنما ترى صنو اللون الأحمر الذي يكمله وهو اللون الأخضر.

حاول أن تعرف اللون المتكامل مع اللون الأزرق بتكرار التجربة مستخدماً داثرة زرقاء. • ــ خذ قطعة من ورق الطبعة الزرقاء التي لم يسبق لها أن تعرَّضت للضوء. ما لنونها ضعها تحت صنبور ماء بارد. كيف صار لونها ؟

خد قطعة ثانية من ورق الطبعة الزرقاء . وعرِّضها لأشعة الشمس المشرقة لفترة تعد فيها من واحد إلى ٢٥ عداً بطيئاً ، ثم اغسلها بماء بارد من الصنبور ، ما لونها ؟

خد قطعة ثالثة من ورق الطبعة الزرقاء. ضع ورقة من أوراق الشجر على قمة ورقة الطبعة الزرقاء. ضع لوحاً من زجاج فوق ورقة الشجر كى تثبت فى مكانها. ضع ورقة الطبعة الزرقاء فى ضوء الشمس الساطعة ، واتركها حتى تعد من واحد إلى خمسة وعشرين عداً بطيئاً. أبعد غطاء الزجاج وورقة الشجر، واغسل ورقة الطبعة الزرقاء تحت صنبورماء بارد. ماذا يحدث؟

ضع قطعة رابعة من ورق الطبعة الزرقاء على رفّ أو منضدة فى ضوء الشمس. لا تضع عليه شيئاً ، وإنما ضع جسماً بحيث يقع ظلّه على هذه الورقة . اترك الورقة فى ضوء الشمس حتى تعدّ من واحد إلى خمس وعشرين عداً بطيئاً ، ثم اغسل الورقة تحت صنبور الماء البارد . ماذا يحدث ؟

إذا لم تفهم ما يحدث فاقرأ صفحة ٢٨ مرة ثانية .

1997/1874	رقم الإيداع	
ISBN 977-02-4945-3	الترقيم الدولي	

۱/۹۲/۲۵٤ طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)

